

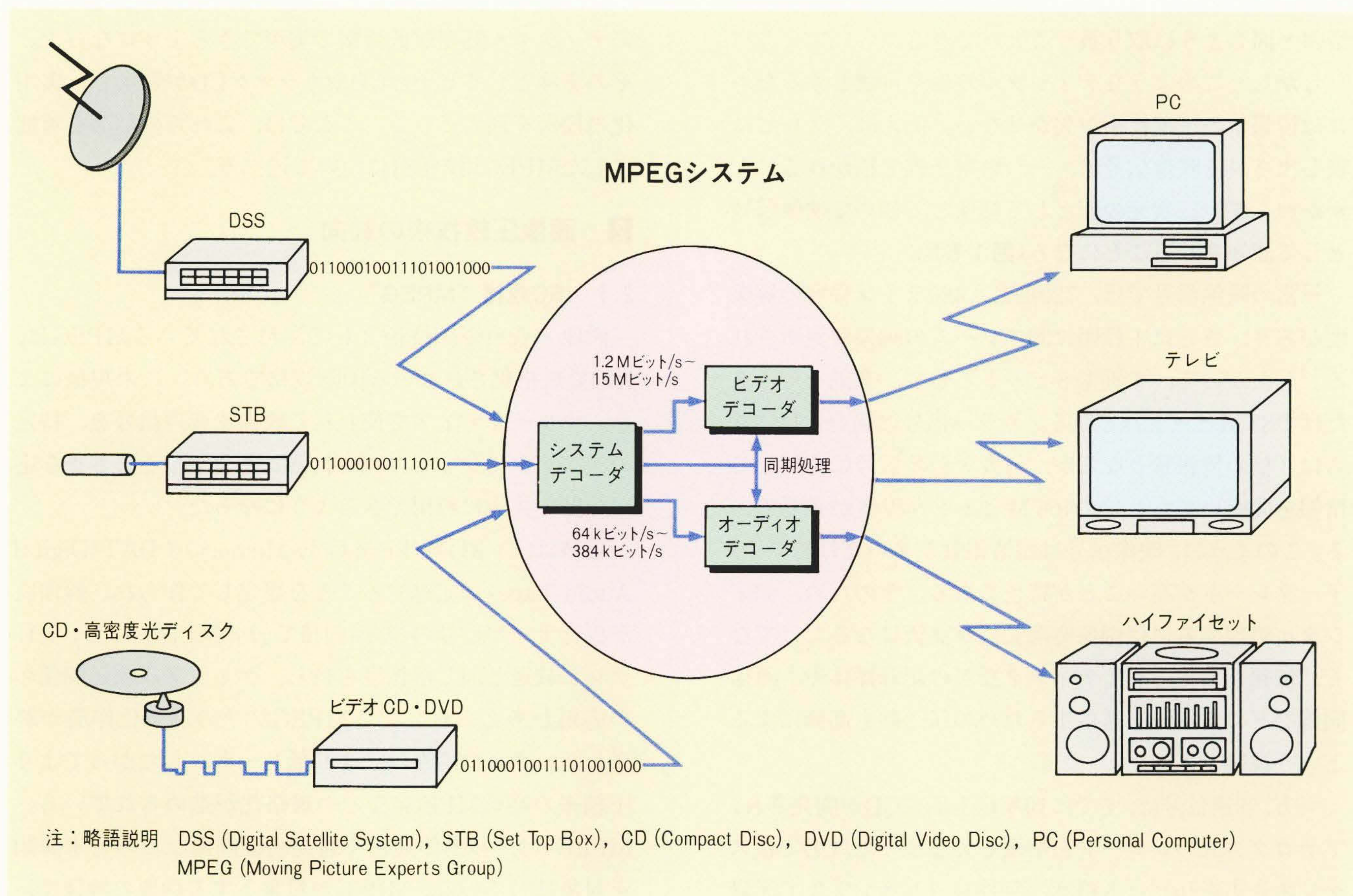
MPEG1デコーダLSI

MPEG1 Decoder LSI

斉藤 規* *Tadashi Saitô*

立川勝久* *Katsuhisa Tatsukawa*

今澤光二* *Kôji Imazawa*



動画像圧縮技術を用いた映像システム

MPEG技術により、各種メディアを通じて各種応用分野で自由に動画像をアクセスすることが可能になる。

音声・画像情報はそれ自体で膨大な情報量とデータレートを持っており、音声・画像情報を自由に処理するには圧縮伸長技術が不可欠である。圧縮伸長の国際規格としてISO (International Organization for Standardization) のMPEG (Moving Picture Experts Group, ISO11172) が制定され、マルチメディアの中核を成す技術として注目を集めている。MPEGを用いることにより、これまで音声情報だけに用いられていたCDに最大74分の音声と画像を記憶することが可能になった。

日立製作所は、MPEG規格に対応した音声伸長LSI “HD814102F” と画像伸長LSI “HD814103FE” を製品化している。HD814102Fは、MPEGのオーディオ規格「レイヤ1」と「レイヤ2」に対応しており、外付けメモリを用いずに音声のデコード処理が可能である。HD814103FEは、水平垂直の補間フィルタを内蔵しており、高画質の画像再生ができ、拡大・縮小などの各種画像処理機能を内蔵している。これらのLSIを用いたデモンストレーションシステムも用意している。

* 日立製作所 半導体事業部

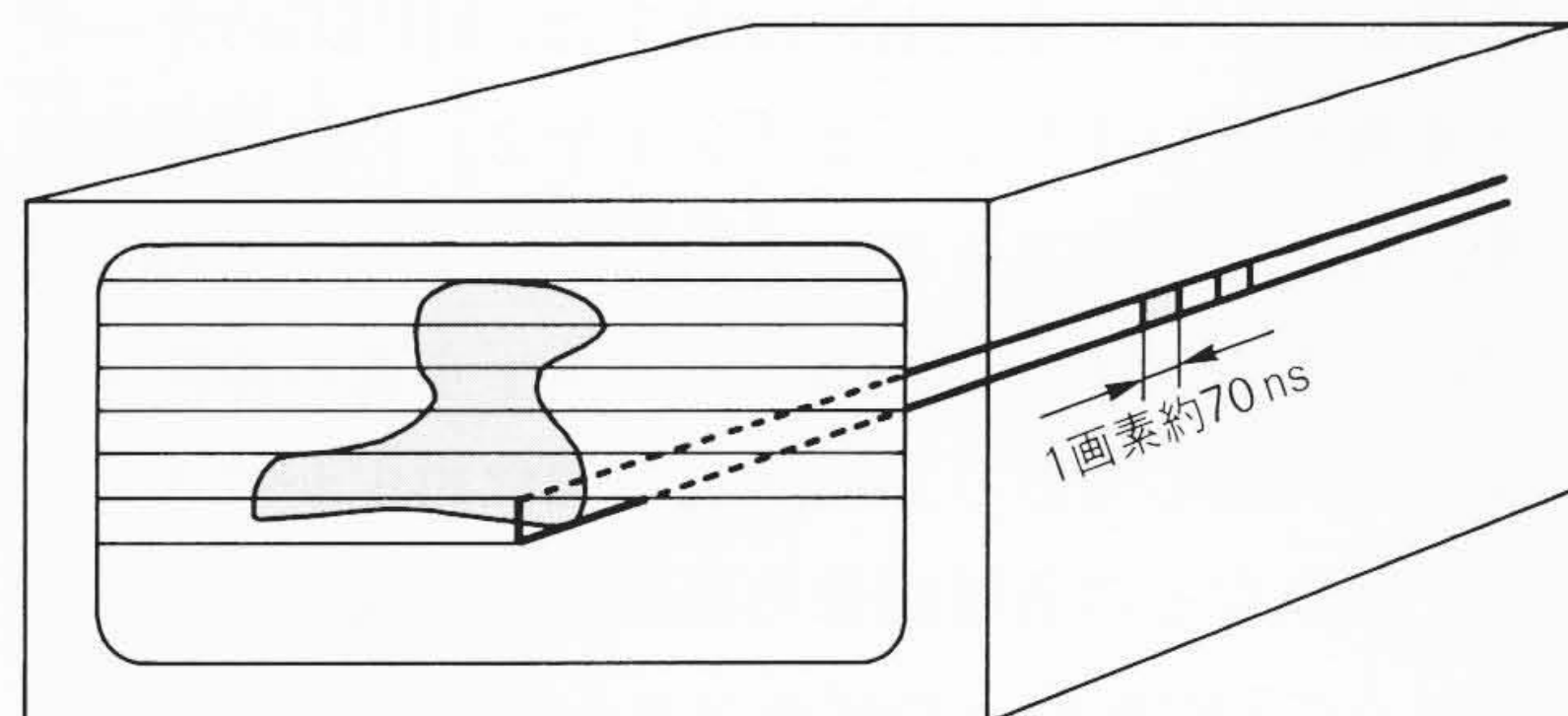
1 はじめに

現在注目を集めているマルチメディアシステムでは、映像や音声などの情報を、ユーザーが自由にアクセスしたり操作できるところに特徴がある。つまり、これらの情報をデジタル処理するので、あたかもコンピュータ情報と同じように取り扱うことができる。

しかし、このようなデジタル処理を可能とするためには情報量の圧縮技術が欠かせない。例えば、テレビに映し出される映像信号は、一つの電子線で描かれるにもかかわらず、二次元の面として結像して初めて映像信号として認知されることになる(図1参照)。

通常の映像信号では、720画素×480ライン程度の解像度があり、さらに1秒間に30フレームの画像が更新される。したがって、1画素8ビットとして、有効なデータだけで83 Mビット/sとなる。カラー信号の場合には、さらに3倍の情報量となるが、輝度・色差信号に分解して情報を間引いても2倍の166 Mビット/s程度が必要である。このように、映像信号は総情報量が多いだけでなく、データレートが高いことが特色である。そのため、デジタル処理するには画像処理装置が高価になるだけでなく、情報を蓄えておくディスクなどの記録媒体や、通信回線などのデータを送信するための伝送路も高価になるという課題があった。

一方、音声信号は、すでに10年以上前にCDが開発され、アナログ方式のレコードを駆逐してしまった。CDではステレオ音声を16ビット精度、毎秒44.1 kサンプルで記録でき、情報量としては約1.41 Mビット/sとなっている。CDが開発されたことにより、デジタル処理による劣化の無い音声再生が可能になっただけでなく、コンピュータデータの媒体としても利用できるようになった¹⁾。そ



720画素×480ライン×毎秒30枚

図1 映像信号の情報量

通常のテレビ信号は1画素が約70 nsで転送されており、これがブラウン管上で二次元に展開されて初めて画像になる。

のため、CDはパソコン(パーソナルコンピュータ)やOA機器と結合して今日のマルチメディア時代の幕開けを担った製品となった。

映像信号も加工処理や制御が容易なデジタル化が待ち望まれていたが、画像圧縮技術(MPEG)の発展で情報量をようやく約 $\frac{1}{100}$ に減らすことができ、音声信号と同様にデジタル処理が低価格で実現できるようになった。その先陣としてビデオCDやカラオケCDが登場し、実用化の段階を迎えている。ここでは、これらの製品を可能にしたMPEG用のLSIについて述べる。

2 画像圧縮技術の動向

2.1 ISO規格“MPEG”

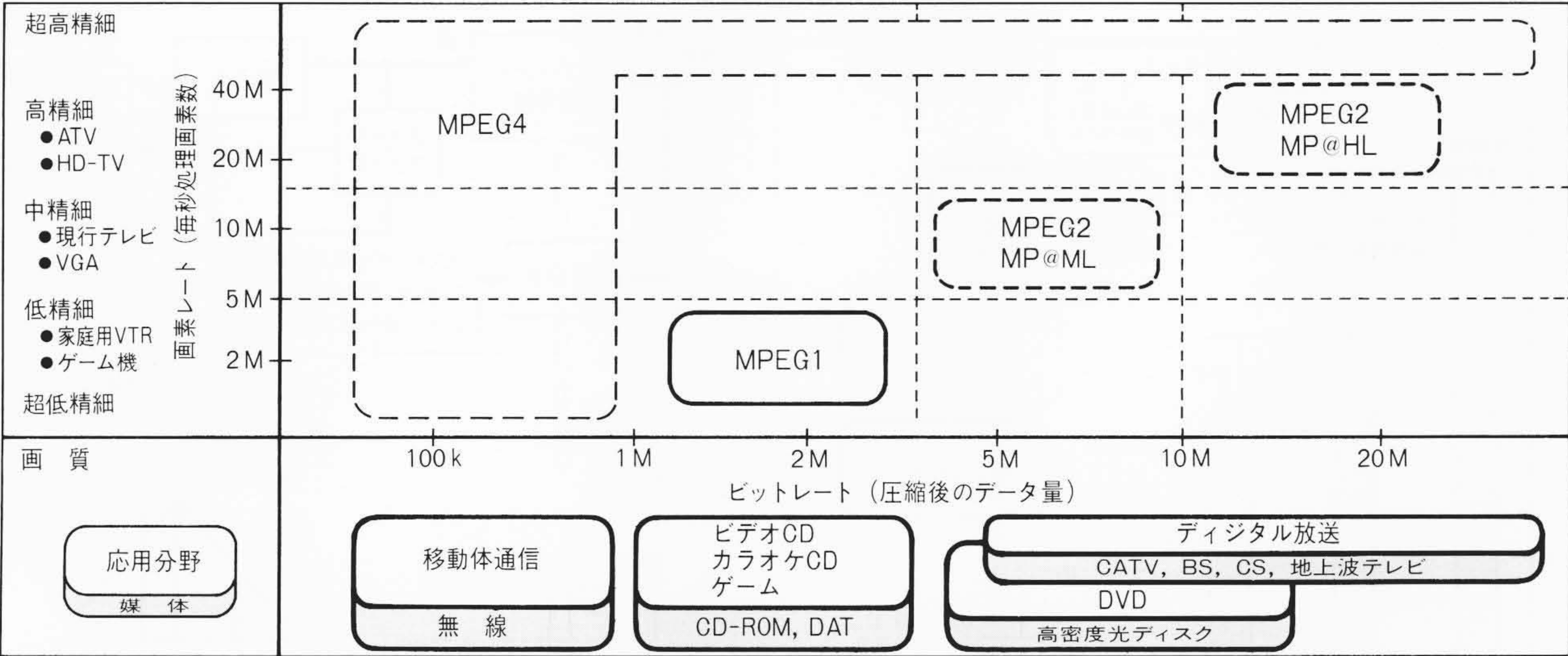
画像・音声圧縮技術として注目されているMPEGは、ISOで規格化されている国際規格である。この規格により、マルチメディアで使われる映像や音声信号を、特定のアプリケーションに縛られることなく、さまざまな応用分野で共通に利用できるようになった。

規格はCD-ROM(Read-Only Memory)やDAT(Digital Audio Tape)に記録することを想定して作られ、解像度が現行テレビ信号の半分(面積で $\frac{1}{4}$)のMPEG1²⁾と、現行テレビ放送と同じ解像度を持ち、デジタル放送関係への応用が考えられているMPEG2^{3)~5)}の規格化作業が終了した。さらに現在、より低レート、したがってより圧縮率の高いMPEG4などの規格化が進められている。MPEG4は、移動体通信や超高精細画像などの将来課題を対象にしている。MPEGが対象とする画像の解像度、ビットレート、主な応用分野を図2に示す。

2.2 応用分野

MPEG1の応用分野としては、ビデオCDが最も有望である。ビデオCDは、CDを用いて1時間の音楽の代わりに同じ時間の映像と音楽を再生することができる。つまり、1時間分の音楽データの代わりに、1時間分の映像と音楽を圧縮してCDに記録し、再生するときは、データを伸長して映像と音楽に戻す。すでにビデオCDプレーヤやビデオCD付きテレビなどに応用されている。CDやCD-ROMの世界では、映像信号も再生できるようになり、さらに応用分野を広げることが期待されている。ビデオCDの主な仕様を表1に示す⁶⁾。

MPEG2は現行テレビ放送と同等の画質を持っているため、放送関係の応用分野での活躍が期待されている。すでに欧州で試験放送が開始された、衛星を用いたデジタル放送DVB(Digital Video Broadcasting)、および



注：略語説明 ATV (Advanced Television), HD-TV (High Definition TV), VGA (Video Graphics Array), BS (Broadcasting Satellite)
CS (Communication Satellite), MP@ML (Main Profile, Main Level)

図2 MPEG技術と応用分野
当初、高精細画像の符号化規格としてMPEG3が計画されていたが、MPEG2の中の一つのプロファイルレベルとして吸収された。

米国ですでに実用化が始まった、衛星やCATV(Cable Television)などのセット トップ ボックス(テレビの上に設置されて受信した信号をテレビ信号に変換するデコーダ)に使われている。また、現在規格化が検討されている次期高密度光ディスクを用いたDVDへも採用が決まっている。

表1 ビデオCDの仕様
ビデオCDは、ビデオCDプレーヤやビデオCD付きテレビなどさまざまな分野に応用されている。

項 目	内 容
物理フォーマット	CD-ROM(モード2)
ビ デ オ	MPEG1準拠 画素寸法(画素数), フレーム周波数: 352×240×29.94 Hz(NTSC) 352×240×23.976 Hz(映画) 352×288×25 Hz(PAL) データ転送速度: 最大1.152 Mビット/s ビデオパック: 2,296バイト
オ ー デ ィ オ	MPEG1レイヤ2 標本化周波数: 44.1 kHz データ転送速度: 224 kビット/s オーディオパック: 2,279バイト
再 生 時 間	最大74分
静止画の画素数	標準レベル: 352×240 高精細レベル: 704×480
再 生 仕 様	通常再生, スロー, ポーズなどプレイバック コントロールを使用したメニュー再生
ビデオ信号出力	NTSC/PAL
応 用 分 野	映画, カラオケ, 音楽, 教育, フォトアルバムなど

3 MPEG技術

MPEGは、動画像の伸長処理を規定する「MPEGビデオ」と、音声の伸長処理を規定する「MPEGオーディオ」、音声と画像のデータの多重化処理、および同期を管理する「MPEGシステム」で構成する。その処理内容について以下に述べる。

3.1 「MPEGビデオ」技術

「MPEGビデオ」は各種画像符号化技術(データ圧縮技術)が高度に組み合わされた規格で、基本的には次の三つの技術の組み合わせとなっている^{7)~9)}。

- (1) 動き補償：時間軸上の冗長度削減
動画では1枚1枚の画像間の相関が高く、よく似た画像が連続することが多い。そこで、時間軸上の近傍の画像からよく似た画像(の一部)を見つけてそれで置き換える。つまり、変化した部分だけの情報を送ることによって表現に必要な情報量を削減することができる。
- (2) DCT(Discrete Cosine Transform：周波数変換による冗長度削除)
フーリエ変換の一種で、二次元の画像情報を二次元の周波数成分に変換することができる。人間の目につきやすい低周波成分と識別しにくい高周波成分に分離することができ、情報を偏在させることになる。次に述べるハフマン符号化と組み合わせて情報量を削減することが可能である。
- (3) ハフマン符号化：確率を利用したデータ削減
発生頻度の高い情報に短い符号を割り当て、頻度の低

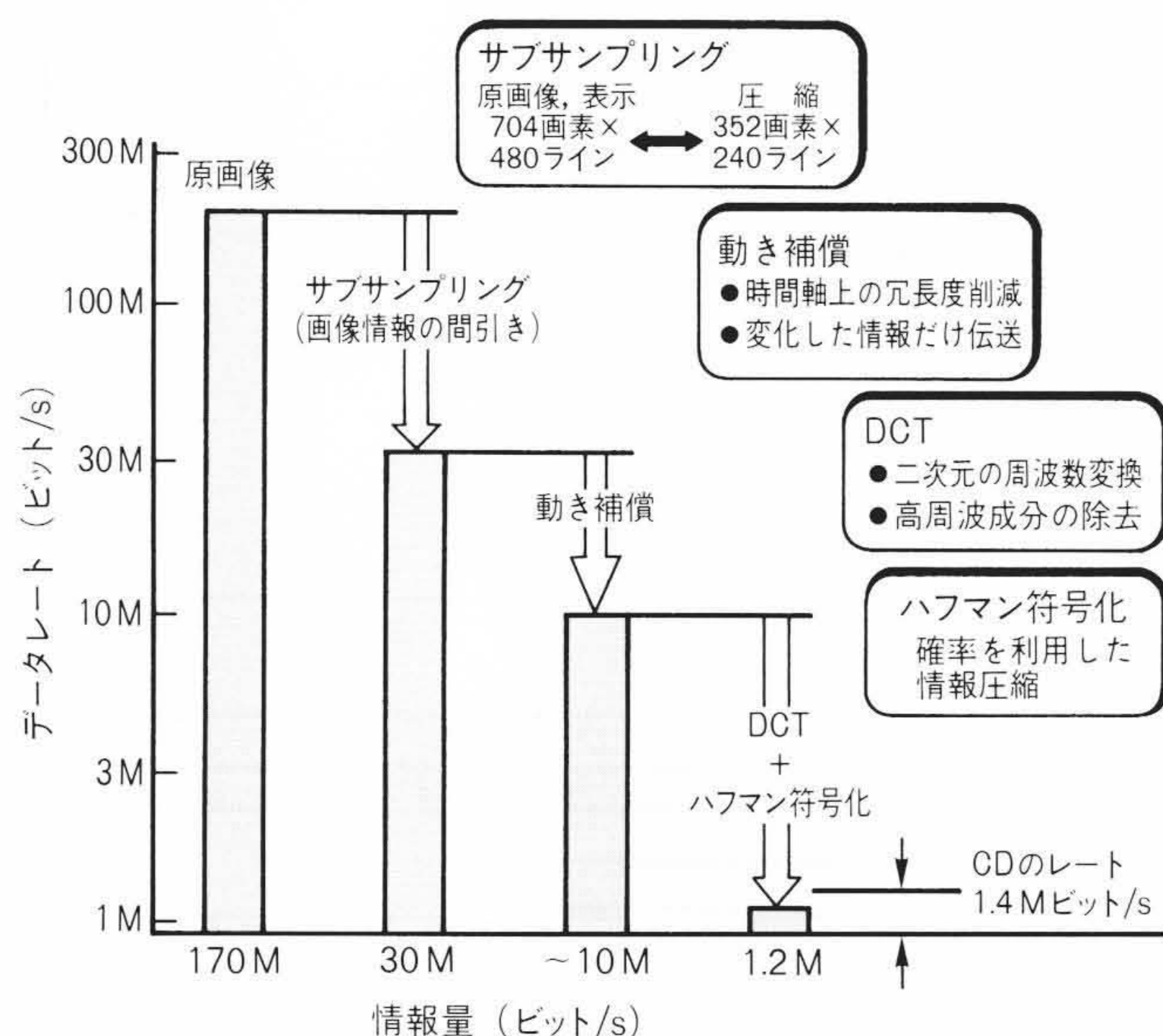


図3 符号化技術と情報量の推移

MPEG1では最初にサブサンプリングしてからデータ圧縮処理を行う。デコード(伸長処理)時には逆にアップサンプリング処理をして表示する。

い情報に長い符号を割り当てることにより、全体の情報量が削減できる。

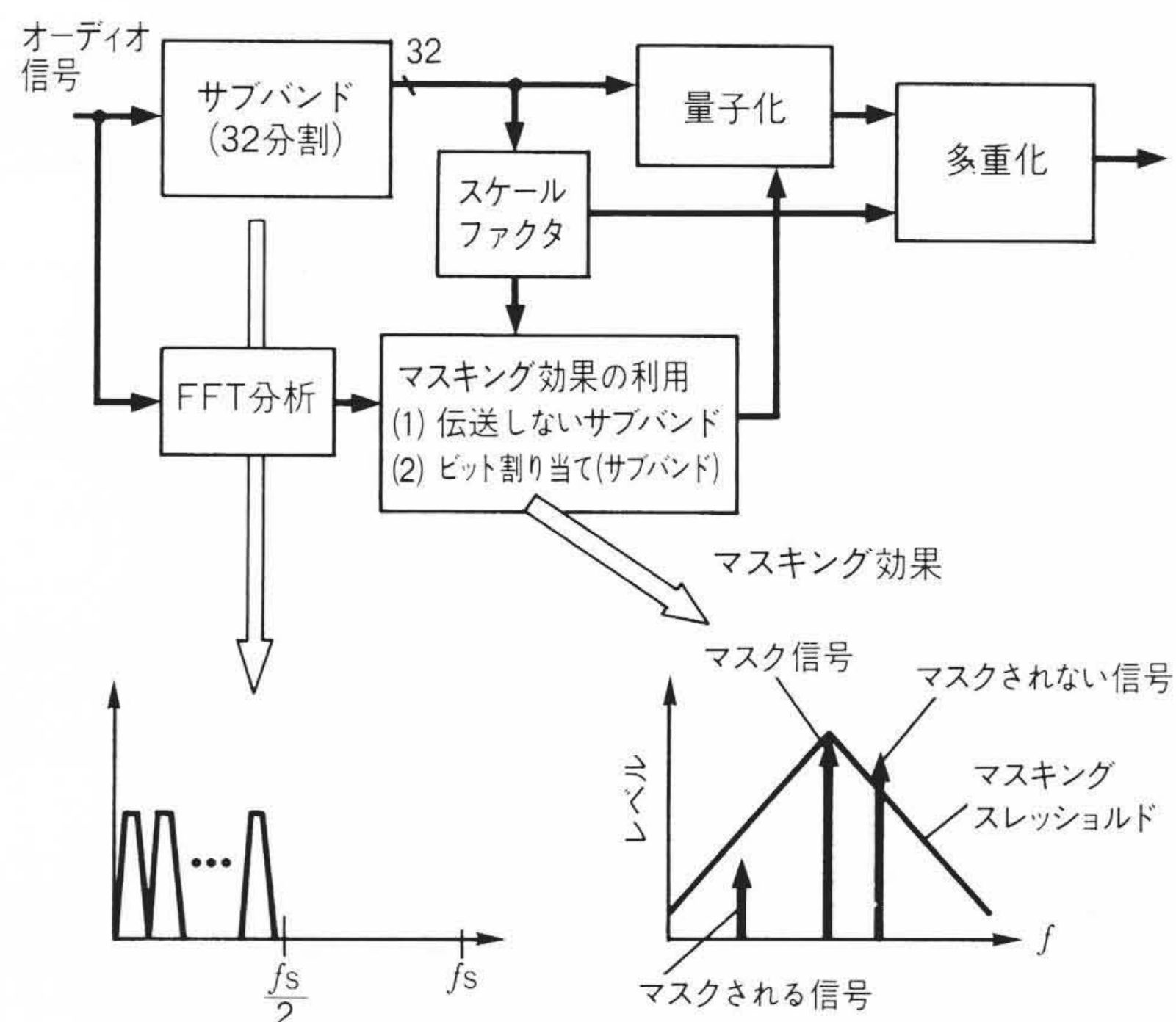
情報量の削減の様子を図3に示す。

3.2 「MPEGオーディオ」技術

MPEGではオーディオ(音声)信号のデータ圧縮も規定している。「MPEGオーディオ」は、レイヤ1、レイヤ2、レイヤ3と呼ばれる三つの方式の中から一つを選択して用いることになる。レイヤ1と2は、サブバンド方式を、レイヤ3はハイブリッド方式をそれぞれ用いている。サブバンド方式は、音楽情報を32個の周波数領域に分割分析してデータ圧縮する方式で、このときに人間の聴感上の特性をうまく利用して、データ量を削減している。つまり、よく聞こえる大きな音量の周波数帯域は正確に伝送し、大きな音の近くで聞こえにくい周波数帯域は粗く量子化して情報量を減らしている(図4参照)。一方、ハイブリッド方式は、サブバンド処理したあとさらにMDCT(Modified DCT)を行う。この方式では圧縮率がより大きくとれるが、処理が複雑になりすぎて、現在、実際にはあまり用いられていないようである。ビデオCDではレイヤ2が使われており、データ圧縮率は約 $\frac{1}{10}$ 程度である。

3.3 「MPEGシステム」技術

「MPEGシステム」は、多重化されたビットストリームからオーディオとビデオのデータを分離する処理と、再



注：略語説明 FFT (Fast Fourier Transform)

図4 オーディオ符号化の原理(レイヤ1, レイヤ2)

オーディオ信号の符号化は、人間の聴感上の特性を上手に利用している。サブバンド分析を行うと同時にFFTによる周波数分析を行い、必要に応じて処理を変える。

生された動画像と音声信号を同期化するためのクロック、または同期信号の生成処理が必要である。一般的には、マイコン(マイクロコンピュータ)によるソフトウェア処理で実現されている場合が多く、日立製作所で準備しているデモンストレーションシステムでもH8/300Hを用いて処理している。

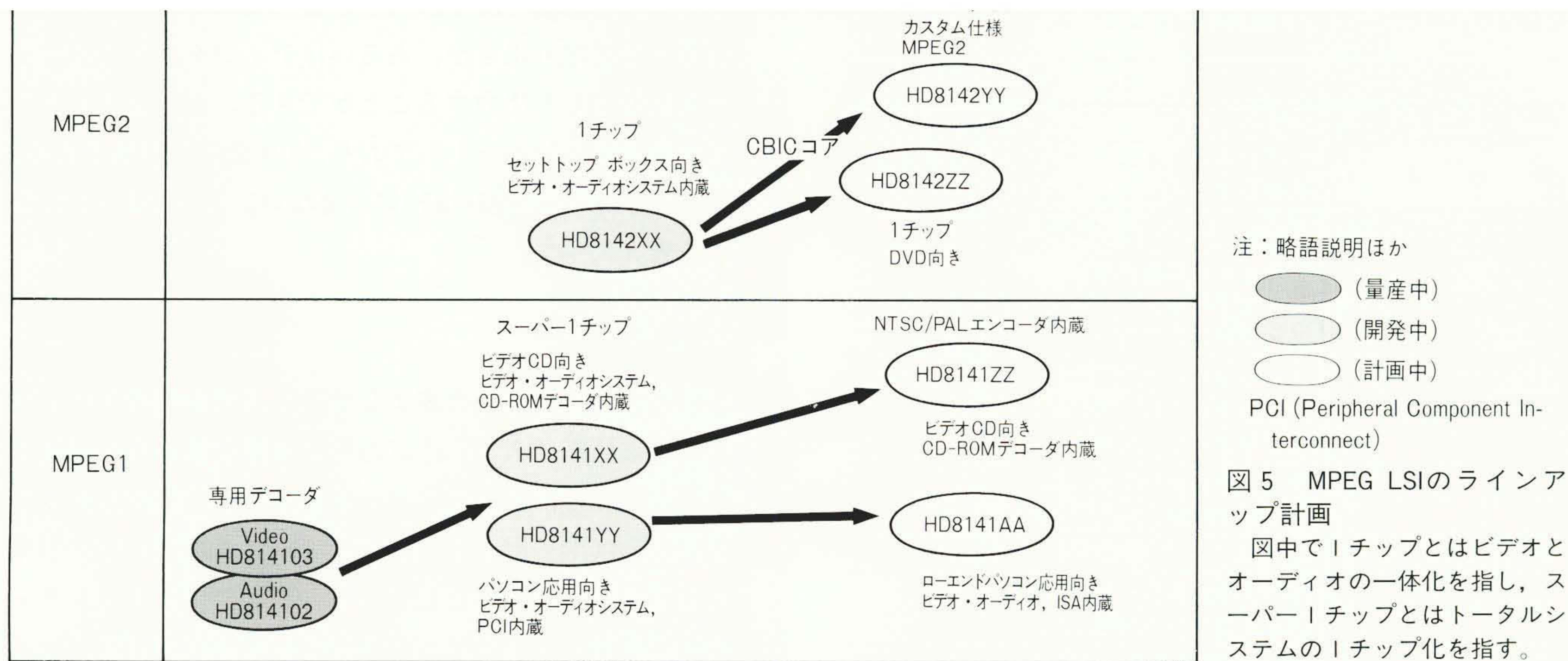
4 MPEG1対応のLSI

MPEGデコードの製品展開を図5に示す。現在、MPEG1のビデオデコードLSI、およびオーディオデコードLSIを製品化している(図6参照)。また、CD-ROMデコードを内蔵したビデオCD応用に適したスーパー1チップデコード、およびPCIインタフェース内蔵のパソコン応用に適したスーパー1チップを開発中であり、'95年度後半にサンプル出荷の予定である。

MPEG2に関しては、ビデオとオーディオを1チップにまとめたデコードを開発中であり、'96年度前半にサンプル出荷を予定している。このデコードは、MP@ML対応のビデオデコードと、MPEG1のレイヤ1、レイヤ2対応のオーディオデコードが集積化されており、外付けの16 M SDRAM一つですべてのデコード処理が可能である。

4.1 MPEG1ビデオデコード「HD814103FE」

「HD814103FE」は、MPEG1準拠のビデオデコードLSIである。圧縮されたデータ、ビットストリームから、元



の画像を復元するデコーダ部と、復元した画像をテレビ信号のフォーマットで出力する出力部で構成する。デコード処理時には、すでに伸長した画像データを参照画像として用いるので、外付けのDRAM (Dynamic Random Access Memory) を直接制御してフレームメモリとして用いる。また、このメモリは表示用にも利用されている。

HD814103FEの最も大きな特長は、表示機能が充実していることである。水平垂直の補間フィルタにより、MPEG1の規格で決められた解像度(352画素×240ライン)を見かけ上704画素×480ラインまで向上させており、高画質の動画が再生できる。また画像の拡大、縮小、移動、輝度信号、色差信号のゲイン調整などの処理が可能である。このLSIの特徴を表2に示す。

4.2 MPEG1オーディオデコーダ“HD814102F”

“HD814102F”はMPEG1準拠のオーディオデコーダLSIで、オーディオ規格のうちレイヤ1とレイヤ2に対応している。圧縮されたデータ、ビットストリームから、

表2 ビデオデコーダ“HD814103FE”の主な仕様

通常のMPEG1の画像サイズは352×240・288であるが、ビデオCDver2.0では4倍の解像度(704×480・576)の高精細静止画処理機能が必要である。

項 目	内 容
動 作 モ ー ド	通常再生, マニュアル再生(静止画), 出力ポーズ, 出力フリーズ
ビデオ出力回路	出力信号, Y/C分離(YUV)またはRGB 水平・垂直独立の任意拡大, 任意縮小 表示位置, 表示サイズの任意指定, 読み出しウィンドウの任意指定, 内部同期・外部同期
ビットレート	最大3Mビット
画 像 サ イ ズ	352画素×240ライン×毎秒30枚(NTSC, DRAM×1) 352画素×288ライン×毎秒25枚(PAL, DRAM×2)
ク ロ ッ ク	外部入力26.6~28.6 MHzまたは13.3~14.3 MHz デューティ補正回路内蔵
フレームレート	入力データ24, 25, 30 Hz→出力信号25, 30 Hz 自動変換機能
静止画処理機能	704画素×480ライン(NTSC, DRAM×1) 704画素×576ライン(PAL・SECAM, DRAM×2)
電 源 電 圧	+5V単一
パ ャ ケ ー ジ	LQFP2020-144



図6 MPEGデコーダLSI

左がオーディオデコーダ“HD814102F”で、右がビデオデコーダ“HD814103FE”である。

表3 オーディオデコーダ“HD814102F”の主な仕様
HD814102Fは、オーディオデコード処理および出力処理に必要な信号を作り出すクロック回路を内蔵している。

項 目	内 容
デ コ ー ド 方 式	MPEG1 レイヤ1, レイヤ2
チ ャ ネ ル	シングルチャネル, デュアルチャネル, ステレオ, ジョイントステレオ
サンプリング周波数	32 kHz, 44.1 kHz, 48 kHz
出 カ ク ロ ッ ク	クロック分周器内蔵 ビットクロック, プロセッサクロック, サンプリングクロック
データ入力ポート	1ビットシリアルポート 8ビットパラレルポート 16ビットパラレルポート
出 カ ポ ー ト	デジタルアウト信号 16ビットPCMシリアルDAC信号
伸 長 用 メ モ リ	内 蔵
ソ フ ト ミ ュ ー ト	ヘッダ検出エラー時自動ミュート およびコマンド制御
C R C	対 応(誤り検出と自動ミュート)
電 源 電 圧	+5V単一
パ ッ ケ ー ジ	QFP1414-100

注：略語説明
PCM(Pulse Code Modulation), DAC(Digital-to-Analog Converter), CRC(Cyclic Redundancy Check), QFP(Quad Flat Package)

元の音声信号を復元することができる。復元した音声信号は、直接接続可能なD-A変換器によってアナログ音声信号として取り出すか、あるいはデジタルインタフェース信号として出力することができる。豊富なインタフェース方式をサポートしており、取り扱いが容易である。なお、外付けのRAMは特に必要ない。このLSIの主な特徴を表3に示す。

5 おわりに

MPEGは、今後さまざまな分野で活用が期待されるコアになる技術であり、それだけに多様な使い方が可能である。現在は、インフラストラクチャの整備が万全でなく、ビデオCDやセット トップ ボックスを牽(けん)引車として立ち上がろうとしている。インフラストラクチャの整備に伴い、いっそうの多種の適用製品が可能になると思われるので、顧客のニーズ、意見、要望をくみ上げて、よりよい製品に育て上げていく考えである。

参考文献

1) ISO/IEC 10149 : Information Processing Systems-Data Interchange on Read-Only 120 mm Optical Data Disks (CD-ROM), Draft International Standard (1989-3)

2) ISO/IEC 11172-1/2/3 : Information Technology-Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbit/s, International Standard (1993)

3) ISO/IEC 11172-1/2/3 : Information Technology-Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbit/s, International Standard (1993)

4) ISO/IEC 13818-1 Information Technology-Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Committee Draft (1994-3)

5) ISO/IEC 13818-2/3 : Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Draft International Standard (1994-3)

6) 井橋：ビデオCD規格, 動画や静止画を使って対話型ソフト実現, 日経エレクトロニクス, 1993.11.8, No.594, pp. 169~174

7) テレビジョン学会編：画像情報圧縮, オーム社(平3-8)

8) 安田：マルチメディア符号化の国際標準, 丸善(1991)

9) マルチメディア通信研究会編：最新MPEG教科書, アスキー出版局(平6-8)

10) 日立製作所：HD814103FE MPEG1/Video LSIデータシート, Rev.4.0(平7-1)

11) 日立製作所：HD814102F MPEG1オーディオデコーダデータシート, Rev.0(平6-7)